



ЗРГИМ

**XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '19

**01 ÷ 03. 11. 2019 година
Струмица**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Зборник на трудови:
**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА
МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија
www.zrgim.org.mk

Главен и одговорен уредник:

Доц. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Доц. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

Доц. д-р Ванчо Аџиски

Печатница:

“2–ри Август”, Штип

Година:

2019

Тираж:

200 примероци

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'19 (12; 2019; Струмица)
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / XII-то
стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'19, 01-03.11.2019 година, Струмица;
[главен и одговорен уредник Стојанче Мијалковски]. - Скопје:
Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2019.-223 стр.: илустр.; 30 см

Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-65530-5-0

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири
COBISS.MK-ID 111373322

Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографичан без дозвола на авторите и издавачот.



ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

www.zrgim.org.mk



КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Дејан Миравовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Блажо Боев**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Војо Мирчовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Доц. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Северна Македонија;
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Божо Колоња**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Јакоб Ликар**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;
Проф. д-р **Димитар Анастасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Павел Павлов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Иваило Копрев**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

Претседател:

Олег Телној, Рудник “САСА”, М. Каменица.

Потпретседатели:

Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;
м-р **Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;
Митко Крмзов, ЕКСПЛОТЕЦ МАЦ ДООЕЛ, Радовиш.

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, ЕКСПЛОТЕЦ МАЦ ДООЕЛ, Радовиш.

ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Блажо Боев**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Тодор Серафимовски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Војо Мирчовски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Виолета Стефанова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Виолета Стојанова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Тена Шијакова Иванова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Гоше Петров**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Соња Лепиткова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Ристе Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Горан Тасев**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Марјан Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Ѓорѓи Димов**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Благица Донева**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Иван Боев**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Радмила Каранаква Стефанова**, УГД, ФПТН, Штип;
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш;
м-р **Драги Пелтечки**, “Рудплан” ДООЕЛ, Струмица;

м-р **Страше Маневски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Сашо Јовчевски**, Dekra Arbeit, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Андреј Кепевски**, Цементарница “Усје”, Скопје;
м-р **Игор Стојчески**, Мермерен комбинат, Прилеп;
м-р **Дејан Ивановски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;
м-р **Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;
м-р **Дејан Петров**, Геотехника, Штип;
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;
Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;
Зоран Костоски, Мармобианко, Прилеп;
Шериф Алиу, ЗРГИМ, Кавадарци;
Филип Петровски, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;
Антонио Антевски, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;
Димитар Стефановски, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Дарко Начковски, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Чедо Ристовски, Рудник “САСА”, М. Каменица;
Емил Јорданов, ГД “Гранит” АД, Скопје;
Борче Ѓоршевски, “Марковски Компани”, Битола;
Миле Милошески, АД ЕЛЕМ, РЕК Осломеј, Кичево;
Миланчо Дамески, МИСА-МГ, Скопје;
Сашко Дамески МИСА-МГ, Скопје;
Лазар Пончев, Машинокоп, Кавадарци;
Игор Трајанов, Рудник за бакар “Боров Дол”, Радовиш;
Илија Лозановски, Теиком тим, Битола;
Иван Ќупев, Мобилман, Скопје;
Виктор Шотаровски, Метсо Минералс, Скопје;
Љупчо Трајковски, ЗРГИМ, Кавадарци.

XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”
- со меѓународно учество –

01 Ноември 2019, Струмица
Република Северна Македонија

ОРГАНИЗАТОР:

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
www.zrgim.org.mk

КООРГАНИЗАТОР:

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
www.ugd.edu.mk



ЗРГИМ

XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '19

Струмица

01 ÷ 03. 11. 2019 год.

ПРЕДГОВОР

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните единаесет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 и 2018 год.) учествуваа повеќе автори од 12 држави, кои презентираа 312 стручни трудови.

За ова дванаесетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '19) пријавени се 25 труда, на автори од 2 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



AMGEM

XII EXPERT CONFERENCE THEMED:

“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”

PODEKS - POVEKS '19

Strumica

01 ÷ 03. 11. 2019.

FOREWORD

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 12 countries participated in the previous eleven conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 and 2018) presenting 312 expert papers.

Twenty-five authors from 2 countries have registered their expert papers for the XIIth conference (PODEKS - POVEKS '19).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Македонија

XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

**Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '19

Струмица
01 ÷ 03. 11. 2019 год.

СОДРЖИНА

| | |
|--|-----------|
| ПРИМЕНА НА ТЕЛЕСКОПСКИ ЛАФЕТ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “САСА” * Дејан Ивановски, Стојанче Мијалковски, Борче Гоцевски, Стојне Стоиловски..... | 1 |
| МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА ВРЕМЕТО ЗА ЕВАКУАЦИЈА ВО СЛУЧАЈ НА ПОЖАР ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Далибор Серафимовски, Стојанче Мијалковски..... | 12 |
| ПРИМЕНА НА МАШИНКА „CAN-BLAST“ ЗА МАШИНСКО ПОЛНЕЊЕ НА МИНСКИ ДУПЧОТИНИ СО ПАТРОНИРАНИ ЕКСПЛОЗИВИ * Ристо Дамбов, Дејан Ивановски, Илија Дамбов..... | 22 |
| МОДЕЛСКИ ИСПИТУВАЊА ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева..... | 33 |
| ПРОЦЕНКА НА ОДРЖЛИВОСТ НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски..... | 43 |
| ОПШТИ ТЕОРИСКИ ПОСТАВКИ ОКОЛУ ПОТРЕБАТА И ТЕХНОЛОГИЈАТА НА ГЕОЛОШКО СКЛАДИРАЊЕ НА ГАСОТ CO₂ ВО СООДВЕТНИ ЛИТОЛОШКИ ФОРМАЦИИ * Силвана Пешовска, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски | 53 |
| УРИВАЊЕ СО МИНИРАЊЕ, НА ПОСТОЕЧКИ АРМИСКИ ФОРТИФИКАЦИСКИ ОБЈЕКТ (БУНКЕР) ОД ТРАСАТА НА ЕКСПРЕСНИОТ ПАТ ШТИП - РАДОВИШ * Миле Стефанов, Сашо Андреев, Блаже Митев..... | 64 |

| | |
|--|-----|
| ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ДУПЧАЧКО-МИНЕРСКИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ТРАСАТА НА АВТОПАТОТ КИЧЕВО-ОХРИД ВО ЗОНАТА НА ИЗВОРОТ НА РЕКА ТРЕСКА * Александар Пановски, Блажо Митев, Миле Стефанов, Мирослав Влачо, Александар Велков, Драги Дојчиновски, Игор Ѓоргиев..... | 72 |
| КОМПАРАТИВНО ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА ПРИ КРОЕЊЕ НА МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ * Ристо Дамбов, Радмила Каранакова Стефановска, Игор Стојчески..... | 83 |
| ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ МАШИНИ ЗА ДОРАБОТКА И ДОБИВАЊЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНИ МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ * Николче Р`жаникоски, Игор Стојчески, Љупче Петрески..... | 93 |
| КОМПАРАЦИЈА НА РЕЗУЛТАТИ ДОБИЕНИ ОД СИТОВА АНАЛИЗА И ЛАСЕРЕН ДИФРАКЦИОНЕН ГРАНУЛОМЕТАР * Афродита Зенделска, Мирјана Голомеова, Благој Голомеов..... | 101 |
| ПРЕПОЗНАВАЊЕ ОПАСНОСТИ И УПРАВУВАЊЕ СО РИЗИК * Анкица Илијева Стошиќ..... | 109 |
| ПРОЦЕНКА НА РИЗИК НА РАБОТНО МЕСТО – ГЕОФИЗИЧАР ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ * Марјан Делипетрев, Благица Донева, Ѓорги Димов, Зоран Панов, Радмила Каранакова Стефановска, Роберт Филиповски..... | 119 |
| MANAGING OF MINING INDUSTRY IN KOSOVO – INSTITUTIONAL AND LEGAL FRAMEWORK * Kemajl Zeqiri, Musa Shabani, Avdi Konjuhi..... | 124 |
| ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОЗДУХОТ СО ПРАШИНА ВО ГРАДОТ КАВАДАРЦИ. ОДРЕДУВАЊЕ НА ФАЗНАТА ЗАСТАПЕНОСТ СО ПРИМЕНА НА СКАНИНГ ЕЛЕКТРОНСКА МИКРОСКОПИЈА (СЕМ) И ЕНЕРГЕТСКА ДИСПЕРЗИВНА СПЕКТРОСКОПИЈА (ЕДС) * Иван Боев... | 128 |
| ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЛИНАТА ОД НАОЃАЛИШТЕТО „ГРАДЕЦ” – ВИНИЦА И НЕЈЗИНА ПРИМЕНА * Ѓорги Димов, Благица Донева, Војо Мирчовски, Марјан Делипетрев..... | 143 |
| МЕТОДИ НА ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА МЕРМЕРИЗИРАН ВАРОВНИК * Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски..... | 151 |
| ГЕОЕЛЕКТРИЧНИ МЕТОДИ ЗА ИСТРАЖУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ * Благица Донева, Ѓорги Димов, Марјан Делипетрев..... | 161 |
| ХЕМИСКИ СОСТАВ НА АЛАТКИТЕ КОИ СЕ КОРИСТЕНИ ПРИ ЕКСПЛОТАЦИЈАТА НА МЕРМЕРИТЕ ЗА ВРЕМЕ НА РИМСКИОТ ПЕРИОД НА ПРОСТОРОТ НА ПРИЛЕП, РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА * Иван Боев, Блажо Боев..... | 169 |

| | |
|---|-----|
| ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ВО АСАНЛИСКО ПОЛЕ ВО БЛИЗИНА НА ДОЈРАНСКОТО ЕЗЕРО * Војо Мирчовски, Стојан Михајловски, Виолета Стефанова, Ѓорѓи Димов..... | 178 |
| ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОЛИГОЦЕНСКИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО КОЧАНСКАТА КОТЛИНА, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА * Виолета Стојанова, Гоше Петров, Виолета Стефанова..... | 189 |
| СЕИЗМИЧНОСТ НА ПЕЛАГОНИСКИ ХОРСТ — АНТИКЛИНОРИУМ ЗА ПЕРИОДОТ ОД 1970-2018 * Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска, Драгана Черних — Анастасовска..... | 196 |
| ПРОМЕНИ ВО ПРИРОДНАТА ОКОЛИНА ПРЕДИЗВИКАНИ ОД ЗЕМЈОТРЕС * Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска, Драгана Черних—Анастасовска..... | 206 |
| ПРОБНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА ПРИ ГЕОЛОШКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА НАОЃАЛИШТА НА АРХИТЕКТинСКО ГРАДЕЖЕН КАМЕН * Орце Спасовски..... | 216 |
| ЕВРОПСКИ ПРЕДИЗВИЦИ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ НА МИЛТА/ТИЊАТА ОД ИНДУСТРИСКИ ПРОЦЕСИ И ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА * Соња Лепиткова, Влатко Трпески..... | 224 |



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

XII^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '19

Струмица
01 – 03. 11. 2019 год.

ПРОЦЕНКА НА ОДРЖЛИВОСТ НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН

Радмила Каранакова Стефановска¹, Зоран Панов¹, Ристо Поповски¹

¹Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,
Штип, Р. Северна Македонија

Апстракт: Подземната гасификација на јаглен привлекува големо глобално внимание како остварлив процес за да се обезбеди „чисто“ и економско гориво.

Во овој труд се оценува потенцијалот на ПГЈ се со цел да го дефинира својот „одржлив“ потенцијал. Исто така се дискутира за можните придонеси на ПГЈ на одржливоста во текот на сите фази, поаѓајќи од проектирањето, функционирањето, затворањето, и пост-затворањето. Потенцијалните економски и еколошки придобивки но и придружните опасности на технологијата на ПГЈ без оглед на тоа што оваа технологија е развиена во согласност со принципите на одржлив развој и проекти. ПГЈ треба да е во согласност со различни прифатени и признаени рамки и да се користи за да се процени дали проектот може да се окарактеризира како „одржлив“.

Клучни зборови: подземна гасификација, јаглен, технологија, екологија, одржлив развој, економски предности.

SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION

Radmila Karanakova Stefanovska¹, Zoran Panov¹, Risto Popovski¹

¹University Goce Delcev, Faculty of natural and technical sciences, Stip,
R. of North Macedonia

Abstract: Underground Coal Gasification is attracting considerable global attention as a viable process to provide a “clean” and economic fuel from coal. This paper evaluates the potential of UCG in order to define its “sustainable” potential. In this paper also discusses the potential contributions of UCG to sustainability during its design, operation, closure, and post-closure phases. The potential economic and environmental benefits and associated hazards of UCG necessitate that this technology is developed in line with sustainable development principles and UCG projects should conform to different accepted and recognized frameworks used to assess whether a project can be labeled as “sustainable”.

Key Words: underground gasification, coal, technology, ecology, sustainability assessment, economic advantages.

1. ВОВЕД

Одржливоста и одржливиот развој се различни концепти и погрешно е да се користат наизменично. Одржливоста е способност на системот да ги издржи надворешните шокови и притисоци од социјалните, еколошките и економските потреби и да се врати нормалното функционирање по сите овие доживевани шокови.

Земајќи ја во предвид исцрпната природата на минералните ресурси и еколошките импликации од рударството, некои сметаат дека е нелогично да се користи терминот за одржливост на рударството. Од друга страна, концептот на одржлив развој во иднина ги вклучува рударството и минералните ресурси, како интегрална целина, наложува стратегии за развој на овие средства со интегрирање на прашањата за животната средина, економскиот развој, социјалниот интегритет и ефикасно управување.

Проценката за одржливост варира од случај до случај и вклучува повеќе фактори, специфични карактеристики и разни неизвесности, бидејќи не постојат јасно дефинирани и заеднички договорени критериуми, проценувањето не е прецизен процес.

Како и проценката на животната средина, проценката за одржливост се фокусира на процесот и воглавно зависи од дизајнирање на режими за проценка и стратегии за донесување одлуки. Сепак, неговиот обем е поширок од проценката на животната средина. На тој начин, за да се надминат овие пречки во процесот на проценувањето, развиени се неколку рамки со цел за да се олесни развојот, проценката и одмерување на стратегиите со кои ќе се постигне одржлив развој.

Иако не постои идеален систем, кај голем број на прифатени рамки, може да се користи како почетна точка за одмерување и планирање на одржливоста. Овде ќе се фокусираме на некои од тие рамки и да се испита нивната применливост на технологијата на Подземна гасификација на јаглен.

1.2. Методологија за оцена на одржлив развој

Главната цел на Одржливиот развој на минерални сировини (**Mining Minerals Sustainable Development**), која започнала во 1999 година била да се процени и да се олесни преминот на рударскиот сектор кон поодржлива иднина.

Како втора задача, во MMSD се развиени критериуми за проценка на придонесот на секој проект, вклучувајќи го и рударството и проектирањето кон одржливост. Методологијата е развиена за да се процени дали проектот има или не, нето позитивен придонес кон одржливост.

Оваа методологија се состои од седум чекори, секој е поставен во форма на прашање кое треба да се одговори за конкретни проекти и услови.

Дискутирано е за седум прашања, нивните цели и нивната врска во генерализација на процесот на ПГЈ. Индикаторите, примерите и матриците кои се посспецифични може да се однесуваат за одредени страни на интерес во врска со оваа рамка.

1.2.1. Прашање 1 – Ангажирање

Дали ангажираните процеси се во место и функционираат (работат) ефикасно?

1.2.1.1. Сообразност на ПГЈ

Главните чинители во ПГЈ вклучуваат инвеститори, закупувачи, околна заедница, државните институции, работници, корисници на крајниот производ (на пример, производство на електрични централи и потрошувачите) и други луѓе кои што се директно или индиректно засегнати со имплементација на проектот. Идејата за мапирање на засегнатите страни е да се согледа дека секој има спротивставени интереси во проектите и да се развие стратегија за решавање на конфликтите со вклучување на сите засегнати страни во процесот на донесување на одлуки во различни фази на проектот. Ова може да доведе до развој на еден проект кој е прифатлив од мнозинството на засегнатите страни. Сепак, со оглед на тоа што потенцијални локации ПГЈ се напуштени рудници, наоѓалишта со низок квалитет и наоѓалишта на јаглен кои што се неекономични за експлоатација бидејќи се на големи длабочини или имаат јагленова серија која што е под голем агол и брановидна форма можностите за настанување на спор се минимизират.

Второ, поради малата површина за почеток за експлоатација се минимизираат откупот на земјиштето и барањата за рехабилитација, несогласувањата на засегнатите страни во однос на правата кои што се однесуваат на земјиштето и обнова на површината, исто така, може да се контролираат. Така процесот на вклучување е важен, а во случај на ПГЈ, постои задача, која вклучува едукација на заедницата за потенцијалните економски и еколошки придобивки од ПГЈ, заштита на животната средина, поттикнување на почитување на општествените вредности и промовирање на вклучувањето на засегнатите страни во развојот на порано неекономичните ресурси преку оваа технологија. Учесството е важен показател за социјалниот аспект на одржливоста и помага во квантификација на капитал со пресметување распределба на богатството во придобивки во општеството. Така, потребно е учество на различни засегнати страни, особено во формулирањето на политиките кои директно влијаат на заедницата. Ова може да помогне за подобрување на статусот на ПГЈ во јавната перцепција.

1.2.2. Прашање 2 – Население (општествена заедница)

Дали благосостојбата на луѓето ќе се одржува или подобрува во текот на и по завршувањето на проектот?

1.2.2.1. Цели

Организираност на заедницата и нејзините капацитети, социјален и културен интегритет, здравјето и безбедноста работниците и на целокупното население.

1.2.2.2. Сообразност на ПГЈ

Важен дел од корпоративната општествена одговорност на претпријатијата е подобрување на стандардите на општествениот развој и почитување на фундаменталните права. Имајќи ги во преглед економските и еколошките аспекти на ПГЈ во планот за развој треба да се вклучи и благосостојбата на населението, како составен дел. Ова може да се оствари со ангажирање на локални работници, овозможување на обуки и можности за развој во областа на проектот, да се помага во развојот на инфраструктурата и во развојот на социјалниот капитал. На економските можности што се можни со експлоатација на запоставените минерални ресурси преку ПГЈ не треба биде „проклетство“ за заедницата туку можност за развој на заедницата преку внимателно планирање, транспарентност и вклученост. Исто така, треба да се промовираат и традиционалните економски активности во оваа област за да се избегне „холандската болест“ („**Dutch disease**“, во економијата, холандската болест е очигледна причинско-последична врска помеѓу зголемувањето на економскиот развој на одреден сектор на пример природните ресурси и намалување во другите сектори како производствениот сектор и земјоделството, што сугерира дека зголеменото искористување на природните ресурси во областа може да резултира со зголемување на цената на трудот, вредноста на локална валута и занемарување на производство и земјоделскиот сектор, а со тоа зголемување на трошоците за извоз на овие сектори. Економска разновидност може да помогне во намалување на синдромот на „boom and bust syndrome“, економијата се карактеризира со наизменични периоди на економски раст и контракција. За време на **boom** економија ќе доведе пораст во производството и БДП. Во текот на **bust** на економијата ќе доведе до пад во производството и зголемување на невработеноста. Инвестициите во човечкиот и социјалниот капитал може да помогнат во зголемување на нивото на социјална „лиценца“ за работа. Вклучување на благосостојбата на луѓето и исполнување на овие проблеми во Планот за развој на ПГЈ може да биде позитивно искуство, со тоа што оваа технологија има потенцијал да предизвика други економски активности како што се постројки за производство на електрична енергија, различни хемиски индустрии као и потенцијална можност за место во процесот на врзување на јаглерод диоксидот.

1.2.3. Прашање 3 - Животна средина

Дали е загарантиран интегритетот на животната средина во временски подолг период?

1.2.3.1 Цели

Функцијата на екосистемот, еластичност и капацитет за само-организирање, еколошко право, вкупни трошоци на екосистемот, придобивки и ризици, одговорност и гаранции, стрес на животната средина и мерки за да се обезбеди интегритетот на екосистемот.

1.3.3.2 Сообразност на ПГЈ

ПГЈ може да се употребува за да се искористат наоѓалишта со слаб квалитет и наоѓалишта на јаглен кои што се неекономични за експлоатација. Покрај тоа, оваа технологија има помала површина за откоп во однос на конвенционалното рударството, поради тоа што нема потреба од инфраструктура за транспорт и инфраструктура за управување со отпад и тој е еколошки.

Меѓутоа, истражувањата покажуваат дека ПГЈ има потенцијал за создавање на еколошки проблеми, како што се контаминација на подземните води преку „бегство“ на гас и исцедок. Други опасности вклучуваат слегнување на површината, штетни атмосферски емисии, неконтролиран раст на шуплини и влијанија на човечката популација (бучава, прашина, зголемен сообраќај). Потенцијалните опасности на ПГЈ врз животната средина може да се ублажат ефикасно преку внимателен избор на локација, соодветни оперативни контроли, соодветно се затвори процесот и ефикасно следење на животната средина.

Синтетичкиот гас или Syngas произведен од ПГЈ содржи мешавина од CO_2 , CO , H_2 , CH_4 , вода и траги од загадувачи, како што се H_2S , HCN , NH_3 и други гасови. Составот на суровиот произведен гас е сличен на оној произведен во процес на површинска гасификација и технологија.

Со цел да се избегне проток на контаминација од местото на согорување во подземните води и да се минимизира загубата на органски ладни гасови, притисокот во шуплината при ПГЈ мора да се одржува да биде хидростатичен. Ова ќе обезбеди мал и континуиран прилив на вода во празнината со цел да помогне на процесот на согорување и минимизирање на влијанијата врз животната средина.

ПГЈ користи јагленови наслаги и произведува големи подземни празнини. Овие празнини се зголемуваат пропорционално со големината со напредокот на процесот и може да резултира со потенцијална деформација на површината. Слегнувањето на површината предизвикана од ПГЈ се очекува да напредува во зависност од геометријата на празнина и длабочината. Доколку подземните празнини се на поголема длабочина, помали се шансите за слегнување, сето тоа во зависност од механичките својства и карактеристики на земјиштето. Сепак, повеќето експериментални работи спроведени за ПГЈ не покажуваат значително слегнување на површина, веројатно поради малата големина на активни операции при експериментирањето. За комерцијални проекти од голем обем, сепак, е потребно подетално истражување за оценување, во смисол на управување и намалување на влијанијата на ПГЈ на слегнувањето.

CO_2 е главна компонента на ПГЈ и може да биде присутен во опсег од 25-40%. Интеграција на ПГЈ со одземање и врзување на јаглерод диоксидот (CCS) може да резултира во критична технологија за ублажување на климатските промени кои што се резултат на производство на електрична енергија од јаглен а постојат и студии кои што укажуваат на тоа дека е ефтин, прифатлив, и со мала количина на јаглерод при производство на јаглен.

Ова покажува дека ПГЈ е технологија која е ветувачка за животната средина и претставува одлично решение особено за извлекување на енергија од јагленовите резерви и се тешки за експлоатација.

Преку внимателно планирање и соодветен избор на методи, опасноста од ПГЈ може значително да се намали. Треба да се напомене дека само две од над 30

ПГЈ испитувања во САД резултираа со јасен доказ дека постои загадување на животната средина.

1.2.4. Прашање 4 – Економичност

Дали е загарантирана економската оправданост на проектот и неговото имплементирање, и дали како резултат на проектот ќе се подобри економијата на заедница и пошироко?

1.2.4.1 Цели

Економичност на проектот односно економичност од неговата имплементација, оперативната ефикасност, економски придонеси: годишни економски придобивки, вкупни економски придобивки, регионалните економски придобивки и економски придобивки за заедницата.

1.2.4.2 Сообразност на ПГЈ

ПГЈ не само што обезбедува одлични економски можности преку развивање нееекономични, напуштени и отфрлени природни ресурси, туку исто така, преку промовирање на „Polygeneration energy systems (PES)“ односно мешавина на индустрии како што се производство на електрична енергија, хемикалии, Fisher-Tropsch и метанол. ПГЈ помага во максимизирање на домашните енергетски резерви, намалување на ранливоста од увозот на нафта и безбедност во снабдувањето. Се проценува дека вкупните светски резерви на јаглен се 5 – 8.000 милијарди тони со докажани резерви на јаглен од 909 милијарди тони. Според Burton et al. (Burton, Friedmann et al. 2006) укажуваат дека е можно да се зголеми од 300-400% искористувањето на веќе постоечките отворени ископи на јаглен во САД преку примена на ПГЈ. Ова обезбедува економски можности во областите на проектот, и може да помогне во развојот на инфраструктурата, подобрување на здравствените и образовните капацитети и подобрување на односите со заедницата преку споделување на придобивките, трошоците и ризиците. Како што е наведено од страна на Yang et al. (Yang, Zhang et al. 2008) ПГЈ може да се покаже како одличен извор за голем обем на производството H_2 . За ПГЈ може да се користи постојната инфраструктура за гас, доколку е достапна во близина, со што се намалуваат капиталните и оперативните трошоци на проектот. Компанијата Ze-gen, Inc планира да се развие оваа технологија во мали модули кои ќе можат да се користат за да обезбеди гас за веќе постоечките индустриски потрошувачи на природен гас и мазут или пак, истите да се приклучат преку постојната гасоводна инфраструктура. Ова обезбедува уште еден економски поттик за оваа технологија.

1.2.5. Прашање 5 - Традиционални и непазарни активности

Дали традиционалните и непазарни активности во општеството се прифатливи за локалното население?

1.2.5.1 Цели

Одржување на нивото на активност/употреба, одржување на традиционалните културни атрибути.

1.2.5.2 Сообразност на ПГЈ

Со ПГЈ се обезбедуваат економски ресурси за заедницата, треба да се нагласи дека операциите мора да се планираат за да се избегнат конфликтите со традиционални и непазарни активности во областа на проектот. Ова е изводливо во случај на ПГЈ, затоа што има минимален откоп. Операциите може да се планираат да се избегне загрозување на ловишта или рибници доколку ги има, во областа на проектот. Може да се развиваат стручни институти за обука да се промовира домашната работа и традиционалните занаети. Почитувањето и заштитата на локалните верски објекти како и на обичаите на населението е важно, не само за подобрување на традиционалните и непазарни активности, туку исто така и во градењето на довербата за проектот.

1.2.6. Прашање 6 - Институционален аранжман и управување

Правила, иницијативи, програми и капацитети за справување со проект или оперативни последици?

1.2.6.1 Цели

Микс на правила, стимуланси на пазарот, волонтерски програми и културни норми, капацитет, премостување, доверба дека превземените обврски ќе бидат исполнети.

1.2.6.2 Сообразност на ПГЈ

Од ПГЈ во моментов се појавува како „чиста“ и економска алтернатива за производство на енергија од јаглен, каде неколку влади се заинтересирани во капитализирање на оваа можност. На пример, во постапка е комерцијална пилот програма во Австралија со поддршка од владата. Слично на тоа, владите во Кина и Индија ја охрабруваат оваа технологија поради внатрешните и надворешните притисоци за контрола на загадувањето и управувањето со животната средина. Стимулации во форма на капитал и легислатива се носат во интерес во оваа технологија. Неколку истражувања и развои се основани во различни земји за да се промовира истражување на ПГЈ и неговата интеграција со CCS. Покрај тоа, прописи и правила во моментов се подготвуваат во различни земји во однос на ПГЈ.

1.2.7. Прашање 7 - Синтеза и континуирано учење

Дали целосна синтеза покажува дека, на долг рок, крајниот резултат ќе биде позитивен или негативен, и дали ќе има и повремена повторна проценка?

1.2.7.1 Цели

Континуирано учење и подобрување, целокупната синтеза, алтернативи на стратешко ниво.

1.2.7.2 Сообразност на ПГЈ

Вкупната состојба на развојот ПГЈ е многу охрабрувачка и позитивна. Обновен интерес се појавува во светот во оваа технологија, што доведува до повеќе истражувања и развој. На пример, Кина развива технологија за да се применува ПГЈ во напуштените рударски окна и се започнати најмалку шеснаесет пилот проекти од 1991 година. Слично на тоа, Индија, Австралија, Европа, Велика Британија, Нов Зеланд, Јапонија и неколку други земји се промовираат во истражување на ПГЈ. Во САД, иако федералните и државните власти во моментот не финансираат истражувања, неколку приватни компании и организации се охрабрувачи за истражувања во оваа област. Ова обезбедува континуиран процес на учење за оваа технологија, што резултира со подобрување на оперативните процеси, следењето на животната средина, градење капацитети и човечки капитал.

2. ЕКОЛОШКИ ИНЖЕНЕРИНГ

Еколошки инженеринг е рамка за креативни инженеринг решенија и иновативни пристапи кон решавање на проблеми со животната средина, економијата и општеството во текот на времетраењето на проектот. Рамката се состои од 12 принципи кои обезбедуваат основа за донесување на поодржливи инженерски решенија. Овие принципи се дадени како упатство за употреба во одржлив развој и да се справат со предизвиците одржливост преку ефективн дизајн.

Табелата 1.1 ги претставува принципите на еколошки инженеринг и нивната примена во ПГЈ во целина. Специфичните детали на дизајнот, кои одговараат на овие принципи, во голема мера зависат од специфичните услови на местоположбата и животната средина на проектот; Сепак, Табела 1. ја претставува општа согласност на ПГЈ на овие принципи.

Табела 1. ПГЈ и еколошки инженеринг принципи

| 12 Принципи на еколошкиот инженеринг (Anastas and Zimmerman 2003) | ПГЈ Компатибилност |
|--|--|
| Дизајнерите треба да се стремат за да се осигура дека сите влезови и излези на материјали и енергија се инхерентно неопасни колку што е можно. | ПГЈ користи јагленови наоѓалишта со низок квалитет и од големи длабочини и напуштени наоѓалишта на јаглен. Овој јаглен генерално не е искористен од страна на конвенционалното рударство. ПГЈ го користи овој материјал и го конвертира во употреблива енергија. Излезот е во форма на синтетички диоксид кој има потенцијал, преку интеграција на ПГЈ и CCS, и се конвертира во економски чист извор на енергија. Овој принцип е компатибилен со технологијата и обезбедува стратегии за управување со животната средина и е вклучен во планот за развој на проекти на ПГЈ. |
| Дали е подобро да се спречи отпад, или да се третира и да се чисти откако е формиран. | ПГЈ процесот го намалува производството на отпад, без да се транспортира јаглен до површината. Тоа ја намалува прашината како резултат на транспортот, како и поголемиот дел од опасните материјали, вклучувајќи пепел и многу загадувачи (жива, честички и сулфур) истите значително се намалени во волумен. Бидејќи нема или е минимално испуштањето на вода на површината, управување со отпадни води е многу лесно. Ова ја прави ПГЈ на чело на овој принцип. |

| | |
|--|--|
| Операциите за сепарација и прочистување треба да бидат дизајнирани за да се намали потрошувачката на енергија и употребата на материјали. | Продолжуваат истражување кои што имаат за цел да го интегрираат зафаќањето и врзувањето на јаглерод диоксидот со ПГЈ, а со тоа намалување на CO ₂ и да намалат трошоците за превоз и потрошувачка на енергија. Површината на копот е помала во споредба со другите технологии за искористување на јаглен. Прочистување на произведениот гас може да се смета за извор на „чиста енергија“. |
| Производите, процесите и системите треба да бидат дизајнирани за да се зголеми во простор и време масата, енергијата и ефикасноста. | ПГЈ ја зголемува ефикасноста на производството на енергија и може да го подобри обновување на енергија од јаглен повеќе од 75% . Таа, исто така го обновува заробен метанот од јаглен и со тоа ја максимизира економска вредност на енергетската ефикасност. |
| Производите, процесите и системите треба да бидат „ output pulled “, наместо „ input pushed “ со енергија и материјали. | При овој процес имаме влез на воздух или кислород при покачен притисок и јаглен со низок квалитет, а излезот имаме проток на произведен гас на висока температура и висок притисок. Произведениот гас генерира енергија за повеќе намени. Имаме пониски трошоците за користење на репроматеријали, а добиваме голема вредност (добивка) на излез. |
| На пресметаната ентропија и сложеноста процесот мора да се гледа како на инвестиција при донесувањето изборот за начинот на рециклирање, повторна употреба или од корист отфрлениот материјал. | Иако ПГЈ е необновлива и не поддржува рециклирање, тоа сепак користи напуштени ресурси. Со ПГЈ може да се зголеми енергетската ефикасност од експлоатација на природните ресурси. |
| Долготрајна издржливост, не бесмртност, треба да биде крајна планирана цел. | Процесот е издржлив во зависност од степенот на достапноста на јаглен. ПГЈ, исто така вклучува и други индустриски капацитети во областа во која се наоѓа проектот што се зголемува и економскиот живот на проектот. |
| Планирање на преголеми капацитети или преголеми способноста (на пример, „една големина одговара на сите“) треба да се смета за пропустот во планирањето. | Планирањето за ПГЈ зависи од специфичните карактеристики на лице место и геомеханичките услови на подрачјето. Тоа е тешко, затоа, не треба да се генерализира и креираат проекти кои се однесуваат за сите локации. За ПГЈ потребно е планирање за секое лице место посебно, базирано на општите принципи, но да се земат во предвид специфичните карактеристики на секое лице место. |
| Разновидност на материјалите во мулти-компонентата на производството треба да се минимизира за да постои можност за расклопување и задржување нивната вредност. | За оваа технологија потребен е минимално нарушување на површината, земјиштето може да се користење за различни цели за време и по завршувањето на проектот. На пример, ПГЈ не ги нарушува ловиштата во областа на проектот. |
| Проектирањето на производите, процесите и системите мора да ги интегрира и да ги поврзе расположивата енергија и материјалните ресурси. | ПГЈ обезбедува поголем економски потенцијал доколку произведениот гас се искористува во близина на проектната област. Производството на енергија или искористувањето во некоја хемиска постројка ја зголемува економската ефикасност и ги намалува на трошоците за превоз. |
| Производите, процесите и системите треба да бидат дизајнирани да овозможат комерцијални перформанси и по завршување на експлоатацијата. | Произведениот гас може да се користи како суровина за неколку хемиски индустрии. Може да се користи како гориво за производство на електрична енергија. Така, со оваа технологија се предвидува дека може да ја подобри енергетската вредност кај неколку производи. |
| Материјалите и енергијата кои што се вложуваат, треба да се обновливи (повратни) односно да нема загуби. | ПГЈ и некои други процеси поврзани со минерали не се сметаат за обновливи. Сепак, со развојот на нови технологии со кои се надоместуваат трошоците и се зголемуваат на ефектите, рударството може да биде одржливо. Ова значи дека со зголемувањето на чинењето на минерални производи се должи на намалување на нивната достапност или експлоатација на длабоки резерви, исто така, постои тренд на зголемување и развој на технологии кои се со ниски трошоци може да го надоместат овој нагорен притисок. Така, зголемувањето на цената на ефектите и намалувањето на трошоците, се утврдува намалување на ефектите од новите технологии на долг рок во зависност достапноста на минерални производи . Оваа парадигма за можното чинење важи и за ПГЈ . |

3. ЗАКЛУЧОК

Идејата за проценка на одржливост во случај на Подземната гасификација на јаглен е да се испита дали оваа технологија има позитивна корелација со принципите на одржлив развој и да се истражат повеќе можности за истражување и развој. Голем број на рамки и индикатори се развиени во текот на последните две децении со цел да се дефинира одржливоста и одржливиот развој да се прифатат како вредни алатки за разбирање на одржливоста како концепт и инкорпорирање на принципите на одржлив развој со цел да биде составен дел од корпоративното планирање. Како што е наведено во овој труд Подземната гасификација е во согласност со овие рамки. Меѓутоа, речиси сите рамки укажуваат на потребата дека главните истражувачки напори да се посветат на интеграција на ПГЈ и CCS. Оваа интеграција може да помогне во развојот на ПГЈ како чиста, одржлива и економска алтернатива на производство на енергија преку искористување на јагленовите депозити кои што се на краевите на наоѓалиштето и се тешки за експлоатација како и на напуштените резерви на јаглен.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Couch, G. R., 2009. *Underground Coal Gasification*. IEA Clean Coal Center. London. CCC/151: 129.
- [2] Blinderman, M. S. and Jones, R. M., 2002. *The Chinchilla IGCC Project to Date: Underground Coal Gasification and Environment*. 2002 Gasification Technologies Conference. San Francisco, USA.
- [3] Sury, M., Kirton, J., et al., 2004. *Review of Environmental Issues of Underground Coal Gasification – Best Practice Guide*. DTI Cleaner Coal Technology Transfer, UK, Report No. COAL R273 DTI/Pub URN 04/1881
- [4] Courtney, R., 2009. *Underground Coal Gasification*. UCG Workshop, Pittsburgh Coal Conference. Pittsburgh, PA.
- [5] Ghose, M. K. and Paul, B., 2007. *Underground Coal Gasification: A Neglected Option*. International Journal of Environmental Studies, 64777-783.
- [6] Thorsness, C. B., Hill, R. W., et al., 1977. *Preliminary Results from an In Situ Coal Gasification Experiment Using Explosive Fracturing*. Fuel, 22(4), 1-21.
- [7] Snoeberger, D. F., 1977. *Field Hydrological Tests of Explosively Fractured Coal*. Fuel, 22(4), 22-34.
- [8] Fischer, D. D., King, S. B., et al., 1977. *A Report on the Successful Development of Underground Coal Gasification at Hanna, Wyoming*. Fuel, 22(4), 49-63.
- [9] Boysen, J. E., 1978. *An Economic Sensitivity Study of UCG Based on Field Performance, Theory And Operational Experience*. Masters, University of Wyoming.
- [10] <http://ucgconsulting.com/ucg-process-description.html>.
- [11] http://www.cleancoalucg.com/index.php?option=com_content&view=article&id=87&Itemid=124.
- [12] Ahern, J. J. and Frazier, J. A., 1982. *Water Quality Changes at Underground Coal Gasification Sites- A Literature Review*. Water Resources Research Institute, University of Wyoming, Laramie, Wyoming.
- [13] Younger, P., González, G., et al., 2010. *Water Management Issues In The Underground Gasification of Coal and The Subsequent Use of Resultant Voids For Long-Term CO₂ Storage*. International Mine Water Association, Sydney.